

# Znaczenie uprawy roli w kształtowaniu środowiska

*Krzysztof Orzech, Janusz Nowicki, Marek Marks*

*Katedra Systemów Rolniczych*

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski*

*Plac Łódzki 3, 10-718 Olsztyn-Kortowo*

**Słowa kluczowe:** uprawa tradycyjna, uprawa bezorkowa, siew bezpośredni, zachwaszczenie, plonowanie, energochłonność i efektywność systemów uprawy

## Wstęp

W produkcji roślinnej jednym z nieodzownych elementów technologicznych nadal pozostaje uprawa roli. Jeszcze do niedawna przypisywano jej podstawowe znaczenie dla stabilności i wielkości tejże produkcji. Dziś nie należy już do najefektywniejszych czynników agrotechnicznych, bowiem jej znaczenie plonotwórcze wyraźnie zmalało. W przeciętnych warunkach siedliskowych jej „siłę plonotwórczą” szacuje się na około 3–8% [34], lecz może być swoistego rodzaju katalizatorem skuteczności znacznie silniej działających zabiegów, jak nawożenie czy ochrona roślin [33]. Przy jej zaniedbaniach niemożliwe staje się pełne wykorzystanie postępu biologicznego i siły plonotwórczej intensywnych odmian [41].

Uprawa wpływa przede wszystkim na fizyczny, chemiczny i biologiczny stan warstwy rodzajnej, stąd w miarę możliwości należy ją dostosowywać do wymagań poszczególnych gatunków, a także rodzaju i stanu gleby, lokalnego agroklimatu itd. [27, 33, 41]. Głównym zadaniem uprawy roli jest stworzenie roślinom możliwie najkorzystniejszych warunków dla ich wzrostu i rozwoju. Dzieje się to między innymi poprzez zapewnienie odpowiedniej ilości łatwo dostępnej wody, dostarczenie do gleby powietrza (tlenu) oraz niezbędnych do życia makro- i mikrośladników. Prawidłowo wykonana uprawa roli powinna ponadto spełniać szereg innych istotnych warunków. Poza odpowiednim rozluźnieniem bądź zagęszczeniem, zwiększeniem aktywności biologicznej, musi także ograniczać zachwaszczenie, poprawiać strukturę oraz jej trwałość, a także zapewniać dokładne wymieszanie z glebą resztek poźniwnych, nawozów organicznych i mineralnych; a w terenach zagrożonych – wyeliminować lub przynajmniej ograniczyć

występowanie erozji wodnej i wietrznej [27]. Dziś oczekuje się od niej ponadto przeciwdziałania negatywnym skutkom współczesnych technologii; chodzi między innymi o przyspieszenie rozkładu (neutralizowanie) pozostałości z niektórych pestycydów oraz ograniczanie mechanicznego ugniatania gleby [11].

## Systemy uprawy roli

Uprawa roli to wysoko praco- i energochłonne ogniwo agrotechniki. Od lat poszukuje się więc sposobów jego racjonalizowania, polegających przede wszystkim na obniżaniu nakładów energetycznych, związanych z samym procesem produkcji, przy jednoczesnym zachowaniu „przyjaznego” stosunku do środowiska [17]. Obecnie, w świecie, Europie, a także w Polsce można wyróżnić trzy podstawowe systemy uprawy roli:

- płużny, w którym podstawę stanowi orka, doprawiana szeregiem zabiegów odwracających, spulchniających, ugniatających itp. wykonywanych głównie narzędziami biernymi;
- uproszczony, kombinowany, nierzadko przyjmujący formę bezpłużną (bezorkową), z przewagą upraw spulchniających (pracę pługa uzupełnia się bądź zastępuje, np. głęboszami, kultywatorami lub maszynami czynnymi);
- siew bezpośredni – skrajna forma uproszczeń, bowiem od zbioru przedplonu do wysiewu rośliny następczej całkowicie rezygnuje się z zabiegów mechanicznych na rzecz intensywnej chemicznej (przedsiewnej i powschodowej) ochrony; sam siew wykonuje się za pomocą specjalistycznego sprzętu.

Najstarszym, najbardziej rozpowszechnionym oraz ugruntowanym zarówno teoretycznie, jak i w praktyce pozostaje do dziś system uprawy płużnej [19]. Podstawowym zabiegiem uprawowym jest tu orka, wspomagana szeregiem czynności uzupełniająco-doprawiających [31]. System ten zakłada wielokrotną w ciągu roku ingerencję w wierzchnią warstwę gleby, przy użyciu różnego rodzaju sprzętu mechanicznego. Oprócz wielu niewątpliwych zalet, postępowanie takie obarczone jest jednak licznymi wadami. Do pozytywów zalicza się: dobre spulchnianie na określoną głębokość, odwracanie, rozdrobnienie, niszczenie chwastów, mieszanie z glebą składników pokarmowych itp. Z kolei, wśród najważniejszych zarzutów wymienia się: uszkodzenie, a nawet całkowitą likwidację powierzchniowej warstwy ochronnej i jej struktury, zaburzenie obiegu składników pokarmowych, przesuszenie gleby, sprzyjanie erozji zarówno wodnej, jak i wietrznej oraz zbyt szybki rozkład substancji organicznej [52]. Ponadto uprawę opartą na pracy pługa oraz narzędzi doprawiających cechuje wspomniana wcześniej wysoka praco- i energochłonność, z tego też względu odbywa się ustawiczne jej modyfikowanie [16, 22]. W myśl powyższego, również w ujęciu historycznym, obserwowano wyraźną tendencję zmniejszania liczby i głębokości wykonywanych zabiegów.

W polskiej literaturze poświęconej rolnictwu XVI–XVII w., np. pod zboża ozime zalecano od 4 do 5 orek, nie głębszych jednak niż 15 cm; ograniczenie głębokości wynikało zresztą z ówczesnych możliwości technicznych. „Na ozimie im więcej się razy przewróci i poruszy rolę, tym pożyteczniej jest” – pisał w 1799 r. przywoływany przez Kusia [27] Kluk. Późniejszy postęp konstrukcyjny, a zwłaszcza udoskonalenie pługa umożliwiło pogłębienie orki nawet do 35 cm. Współczesne badania prowadzone w Polsce nie dają jednak jednoznacznej odpowiedzi na pytanie, jak głęboki powinien być ten podstawowy zabieg uprawy roli i w jakim stopniu wpływa on na wydajność roślin. Synteza prac przedwojennych i powojennych (do roku 1985), wykonana przez Miklaszewskiego (cyt. za Gawrońską [19]), przyniosła bowiem dosyć rozbieżne wyniki; niezależnie bowiem od głębokości orki w ponad połowie doświadczeń plony były do siebie zbliżone, w 25% wypadków po zwiększeniu głębokości tego zabiegu odnotowano zwyżkę, a w 25% – ich obniżkę. Również w badaniach Durkowskiego i Cieślińskiego [8] nad uprawą bardzo głęboką (agromelioracyjną) gleb ciężkich pozytywną reakcję na orkę do 50 cm uchwycono tylko w wypadku buraka cukrowego i jęczmienia jarego; dla pszenicy ozimej najkorzystniejsza okazała się głębokość nie przekraczająca 30 cm, natomiast spulchnianie do 70 cm nie przyniosło już dalszego wzrostu plonów (tab. 1).

Tabela 1. Wpływ głębokości uprawy podstawowej na plony roślin w t · ha<sup>-1</sup> [8]

Uprawa	Burak cukrowy (korzenie)	Pszenica jara (ziarno)	Jęczmień jary (ziarno)	Rzepak ozimy (nasiona)	Pszenica ozima (ziarno)
Orka 30 cm	54,5	<b>4,8</b>	3,7	2,5	5,8
Orka 50 cm	<b>57,7</b>	4,4	<b>4,1</b>	<b>2,9</b>	6,0
Spulchnianie 70 cm	55,2	4,2	3,8	2,6	5,9
NIR	2,58	0,22	0,18	0,19	0,40

Podobnie na glebach lekkich i średnich, głęboka orka – powyżej 25 cm, także nie znajdowała uzasadnienia, o czym m. in. świadczą wyniki uzyskane przez Dzieńkę i in. [10].

W ciągu XX wieku i obecnie obserwuje się ogólną tendencję do zmniejszania intensywności uprawy, zwłaszcza spłykania orek i zastępowania jej innymi zabiegami. Dąży się do ograniczenia liczby zabiegów oraz ich głębokości, wprowadza się maszyny aktywne i wieloczynnościowe agregaty, stosuje się coraz powszechniej uprawę bezorkową, polegającą na płytkim spulchnianiu i cyklicznym głęboszowaniu [40].

Stosowanie systemu bezorkowego możliwe jest przy wykorzystaniu odpowiednich narzędzi biernych bądź czynnych maszyn uprawowych. Te ostatnie odgrywają coraz większą rolę, gdyż energiczniej niż narzędzia bierne spulchniają warstwę uprawną i skracają czas jej doprawiania. Ponadto mogą pracować w szerszym przedziale wilgotności, a dzięki temu z powodzeniem są wykorzystywane w zestawach uprawowo-siewnych [37, 40, 44]. Maszyny aktywne wpływają na intensyfikację życia biologicznego gleby oraz przyspieszają humifikację resztek pozbiorowych. W początkowym okresie powodują wzrost zachwaszczenia roślin, ale po dłuższym



ich stosowaniu obserwuje się proces przeciwny, czyli ograniczenie liczby występujących chwastów [39].

W uprawie bezorkowej coraz większego znaczenia nabierają zestawy wieloczynnościowe. Za jednym przejściem mogą one spulchniać i obsiewać pole, a przy odpowiedniej konstrukcji wprowadzać do gleby nawozy, a niekiedy również pestycydy; w sumie minimalizują liczbę niezbędnych przejazdów roboczych, dzięki czemu wydatnie ograniczają ugniatanie gleby, zapewniając jednocześnie poważną redukcję zużycia energii, sięgającą w stosunku do technologii tradycyjnych nawet 30–50% [33].

Wyniki wielu badań, zarówno krajowych, jak i zagranicznych, wskazują, że w sprzyjających warunkach siedliskowych do uprawy roli można bez istotnego spadku plonów wprowadzać wiele uproszczeń, włącznie ze skrajną ich formą, jak wspomniany już wcześniej siew bezpośredni; z angielskiego nazywany *direct drilling* [14, 43].

Historia siewów bezpośrednich zezwala na wyodrębnienie kilku okresów, które różnią się kierunkiem prowadzonych badań. Pierwszy obejmuje lata sześćdziesiąte, kiedy poszukiwano odpowiednich rozwiązań w tychże siewach, z założeniem, iż winny one zapewnić plon zbliżony do uzyskiwanego po uprawie metodą tradycyjną. Etap drugi to lata siedemdziesiąte i osiemdziesiąte. Wypełniały go prace nastawione na określenie możliwie najkorzystniejszych dla tej techniki warunków glebowych, klimatycznych, doboru gatunków roślin, włącznie ze sporządzeniem rachunku ekonomicznego. Trzeci okres to koniec lat osiemdziesiątych, w którym dominowały badania nad zmianami właściwości fizycznych, chemicznych (w szczególności) i biologicznych gleby, jakie zachodzą w wyniku długotrwałego stosowania siewu bezpośredniego.

Zainteresowanie uproszczeniami w uprawie zrodziło się najpierw w USA, a nieco później w rolnictwie Europy Zachodniej. W Polsce nadal jeszcze dominuje uprawa tradycyjna, ale powoli sytuacja ta również zaczyna się zmieniać [44]. Krajowe doświadczenia z siewem bezpośrednim rozpoczęto w 1965 r.; początkowo nie przyniosły one obiecujących rezultatów, głównie z przyczyn technicznych (brak odpowiednich – specjalistycznych siewników). Pozytywne wyniki osiągnięto dopiero w 1974 r. Były to prace prowadzone pod kierunkiem prof. Śmierzchalskiego [51], w których posługiwano się herbicydami nowszej generacji i stosowano odpowiednie importowane siewniki.

## **Uprawa roli a właściwości fizyczne, chemiczne i życie biologiczne gleby**

---

Do głównych zadań stawianych zabiegom uprawowym należy również kształtowanie fizycznych właściwości gleby i to w taki sposób, by zapewnić roślinom możliwie najkorzystniejsze warunki wzrostu i rozwoju. Liczba, rodzaj i kolejność uprawek są zależne od aktualnego stanu roli, wymagań gatunkowych rośliny, zachwaszczenia pola, przebiegu pogody, wyposażenia w środki techniczne i wielu innych czynników.



Do podstawowych wskaźników fizycznego stanu gleby zalicza się m.in. gęstość objętościową, wilgotność oraz zwięzłość. Wymienione cechy determinują w dalszej kolejności szereg właściwości agrotechnicznych warstwy uprawnej, a mianowicie jej stosunki powietrzno-wodne, termiczne oraz oporność mechaniczną (zwięzłość), która wpływa na warunki wzrostu i rozwoju korzeni roślin. Badania Dzieni i Sosnowskiego [11, 12, 13] wykazują, że skrajne uproszczenie uprawy roli, czyli stosowanie siewu bezpośredniego, w stosunku do uprawy płuznej powoduje wzrost oporów gleby. Marks [33] udowodnił, że pomijanie niektórych zabiegów uprawowych, zwłaszcza orek, w dłuższym okresie także prowadzi do wzrostu zwięzłości gleby ciężkiej. Taki sam efekt przynosi wielokrotne stosowanie maszyn aktywnych.

Innym ważnym parametrem, obrazującym fizyczną konsystencję gleby, jest jej ciężar objętościowy (tzw. gęstość). Porównanie siewu bezpośredniego i uprawy płuznej ujawniło różnice dochodzące nawet do  $0,3-0,4 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ; oczywiście na korzyść obiektów poddawanych zabiegom tradycyjnym. Wykazano ponadto, iż zwiększająca się gęstość gleby wtórnie wpływa na jej porowatość ogólną; głównie poprzez zmniejszenie udziału porów kapilarnych i przyrost niekapilarnych, które z kolei wywierają zasadniczy wpływ na stosunki powietrzne uprawianej warstwy [48].

Nowicki [37] i Radecki [44] dowodzą, że gęstość objętościowa gleby ukształtowana przez uprawę nie jest trwała i ulega zmianom w okresie wegetacji. Następujące pod wpływem czynników naturalnych (grawitacja, warunki pogodowe, roślina itp.) lub jako skutek oddziaływania mechanicznego (narzędzia, maszyny, ciągniki).

Ważną właściwością gleby związaną bezpośrednio z jej zagęszczeniem i porowatością jest wilgotność aktualna. Dotychczas nie wyjaśniono do końca, jaki wpływ wywiera na nią zróżnicowana uprawa, bowiem w świetle przedmiotowego piśmiennictwa poglądy na ten temat nie są jednoznaczne, a niekiedy nawet sprzeczne. I tak, w pracy np. Dzieni i in. [10] wprowadzenie uproszczeń w uprawie gleby lekkiej wywołało wzrost wilgotności w warstwie 0–25 cm. Z kolei w badaniach przeprowadzonych na różnych glebach przez Baranowskiego i in. [1, 2] stosowana uprawa roli pozostawała praktycznie bez wpływu na jej uwilgotnienie; natomiast Malicki i Podstawka-Chmielewska [32] wykazali jednoznacznie negatywny wpływ uproszczonej uprawy na stosunki wodne gleby.

Równie ważnym fizycznym parametrem gleby, zwłaszcza pod kątem warunków kiełkowania i wschodów roślin, jest jej temperatura. Jest to czynnik rzadko analizowany, głównie ze względu na dużą zmienność w czasie. Porównanie uprawy tradycyjnej i siewu bezpośredniego wykazuje na ogół niższe temperatury gleby na tych ostatnich obiektach. O powyższym, jak stwierdza Radecki [44], może decydować między innymi pozostawianie na powierzchni pola okrywy z resztek zebranej rośliny, często nawet w formie mulczu.

Stosowanie różnych rozwiązań w uprawie roli może skutkować zmianami zawartości w glebie składników pokarmowych oraz ich dostępności dla roślin, o czym informują liczby tabeli 2.

**Tabela 2.** Wpływ 8-letniego stosowania zróżnicowanej uprawy na właściwości chemiczne gleby [27]

Warstwa gleby [cm]	Uprawa	Próchnica [g · kg <sup>-1</sup> ]	Zawartość [mg · kg <sup>-1</sup> gleby]		pH w KCl
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
0–5	typowa	20,9	277	152	7,0
	siew bezpośredni	23,6	387	213	6,6
10–15	typowa	21,4	286	111	7,1
	siew bezpośredni	21,1	186	77	7,2

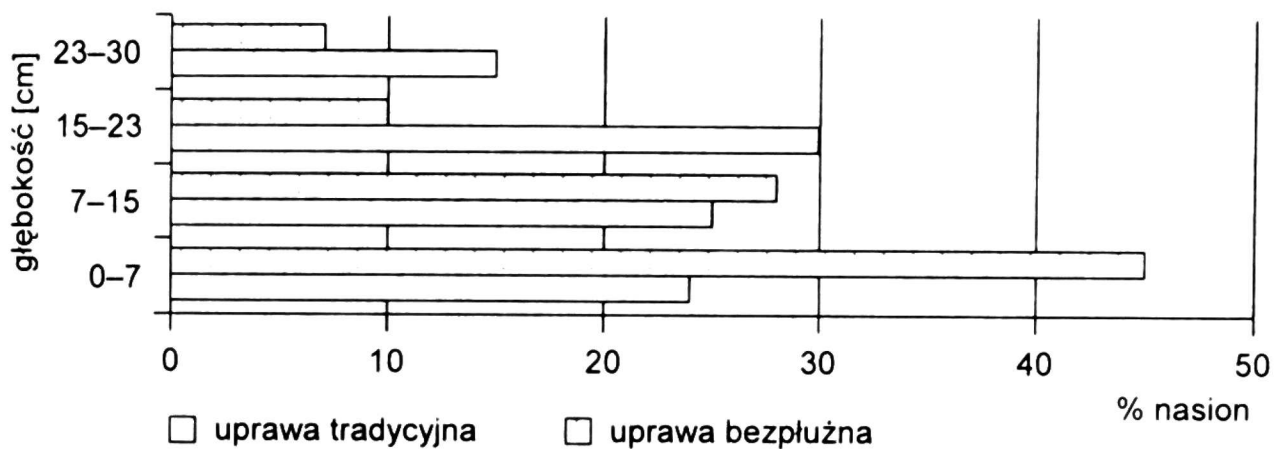
Cannell [6] stwierdził, że siew bezpośredni, do głębokości 5 cm, obniżył odczyn gleby, z jednoczesnym wzrostem koncentracji substancji organicznej i składników odżywczych, zwłaszcza fosforu i potasu, natomiast w warstwie głębszej (15–25 cm), w porównaniu z uprawą tradycyjną, nastąpił znaczny ich spadek. Potwierdzają to również badania Radeckiego [44].

Każda agrotechnologia prowadzi zwykle do zmian dotychczasowego układu, a niekiedy nawet do naruszania równowagi biologicznej i energetycznej danego ekosystemu. Mechaniczna ingerencja, jaką jest stosowana uprawa, w znacznej mierze kształtuje warunki powietrzne w glebie. Intensywne spulchnianie, wg Brodera i in. [4], wywołuje na ogół wzrost liczebności organizmów aerobowych, co w konsekwencji prowadzi do szybszej mineralizacji materii organicznej. Badania Runowskiej-Hryńczuk [47] wykazały, że zarówno uprawa bezorkowa, jak i zerowa powodowały wyraźne obniżenie liczby bakterii oligotroficznych i koptotroficznych oraz promieniowców, przy wzmożonym rozwoju grzybów.

Ważnym miernikiem aktywności biologicznej gleby jest również obecność oraz koncentracja specyficznych enzymów dehydrogenazy i ureazy, które – według Dorana [7] – biorą czynny udział w procesach syntezy i analizy. W kilkuletnich badaniach cytowany autor wykazał, że w powierzchniowych warstwach gleby aktywność obu tych substancji jest wyraźnie większa na obiektach z siewem bezpośrednim, w poziomach głębszych sytuacja ta ulega radykalnej zmianie (znacznie więcej po uprawie tradycyjnej).

## Uprawa roli a zachwaszczenie

Pomimo licznych badań w kraju i za granicą, dotychczas nie ustalono jednoznacznej relacji między stosowaną uprawą oraz różnymi formami jej modyfikacji a stanem zachwaszczenia pól. Niemniej większość rezultatów potwierdza, iż najskuteczniej ogranicza pojawianie się chwastów uprawa płużna, natomiast wszelkie uproszczenia, jak np. spłylenie orek [50] lub zastąpienie ich talerzowaniem, kultywatorowaniem czy gryzowaniem [37], działają znacznie słabiej.



Rysunek 1. Rozmieszczenie nasion chwastów w glebie w zależności od sposobu uprawy [9]

W uprawie płużnej następuje odwrócenie wyoranej skiby, a diaspyry chwastów umieszczane są na dnie bruzdy, stąd kiełkowanie i wschody bywają bardzo utrudnione. Potwierdzają to badania Dzieni [9] oraz Radeckiego i Opica [46], według których zachwaszczenie aktualne ściśle wiąże się z liczebnością i głębokością umieszczania nasion zgromadzonych w glebie (tzw. zachwaszczeniem potencjalnym); obrazuje to między innymi wykres rysunku 1.

Jak widać, na obiektach z uprawą klasyczną w warstwie 0–25 cm zostają one rozmieszczone prawie równomiernie, przy czym tylko około 25% diaspor znajduje się na powierzchni gleby (do 7 cm), natomiast po zabiegach bezpłużnych w warstwie tej może ich być nawet 50%. Taki rozkład omawianych „zapasów” ułatwia im kiełkowanie i wschody, co oczywiście rzutuje na późniejszą konkurencję w stosunku do roślin uprawnych. Większość badaczy, a wśród nich Pawłowski, Pomykańska [42], Radecki, Opic [45], ostatecznie uznaje przewagę uprawy klasycznej nad technikami uproszczonymi, a zwłaszcza nad siewem bezpośrednim. Dotyczy to nie tylko zachwaszczenia w ogóle, ale również występowania gatunków wieloletnich o dużej agresywności, takich jak: *Sonchus arvensis*, *Cirsium arvense* i *Equisetum arvense*.

W badaniach Dzieni i Dojssa [18], co przedstawiono w tabeli 3, międzyobiektywne ilościowe różnice na korzyść uprawy tradycyjnej osiągały niekiedy 94–146%; podobnie kształtowały się relacje w wielkości masy chwastów.

Tabela 3. Wpływ uprawy roli na liczebność i masę chwastów w pszenicy ozimej [18]

System uprawy	Liczebność chwastów [szt. · m <sup>-2</sup> ]	Masa chwastów [g · m <sup>-2</sup> ]	Liczba gatunków chwastów [szt. · m <sup>-2</sup> ]		
			rocznych	wieloletnich	ogółem
Płużny	109	175,5	8	2	10
Bezpłużny	211	347,3	9	3	12
Siew bezpośredni	268	445,9	12	2	14

W literaturze nie brakuje również informacji o ograniczającym wpływie na zachwaszczenie uproszczonych technik uprawy. Sytuację taką wiąże się najczęściej z rośliną okrywową pozostawioną na polu w postaci tzw. mulczu, której, oprócz ograniczania rozwoju chwastów na skutek przykrycia powierzchni gleby, przypisuje się również oddziaływanie allelopatyczne [15].



Do wprowadzania ograniczeń w uprawie roli zachęcają również współczesne możliwości ochrony pestycydowej. Do zwalczania chwastów w technice siewów bezpośrednich herbicydy stosuje się w ciągu roku dwukrotnie, tj. przed siewem roślin zwykle środki totalne i powschodowo – preparaty o działaniu selektywnym [43]. Dziś wiadomo, że wprowadzanie do ekosystemów nadmiaru środków chemicznych nie jest zalecane zarówno ze względów ekonomicznych, jak i ekologicznych; tym bardziej że obserwuje się wzrost odporności chwastów na zawarte w herbicydach substancje aktywne. Czynnikiem, który może wydatnie ograniczać zachwaszczenie, jest prawidłowo skonstruowany płodozmian – pod warunkiem wyeliminowania błędów z pozostałych elementów agrotechniki. Nowicki [36], wykazał, że zarówno na glebie średniej jak i ciężkiej, będących w dobrej kulturze, przy właściwym doborze i następowaniu roślin, zachwaszczenie narasta znacznie wolniej, niż wynikałoby to ze zmniejszania intensywności uprawy.

## Uprawa roli a plonowanie

---

Podobnie jak omawiane wcześniej właściwości gleby i zachwaszczenie, również plonowanie roślin nie wykazuje jednoznacznej reakcji na stosowaną uprawę. Zależy ono od bardzo wielu czynników. Zalicza się do nich między innymi: warunki siedliskowe, nawożenie, wyposażenie techniczne, dobór pestycydów. Pewne rośliny (zboża, niektóre strączkowe, rzepak, kukurydza) na sprawnych glebach praktycznie nie obniżają plonu, bez względu na stopień wprowadzanych uproszczeń, a więc zarówno pod wpływem uprawy bezorkowej, jak i siewu bezpośredniego [10]; jednakże w gorszych warunkach należy się liczyć ze zmniejszeniem wydajności dochodzącym nawet do 20% [9].

Jak już wyżej wspomniano, jednym z najwcześniej stosowanych sposobów uproszczenia uprawy roli jest spłykanie orki. Nowicki [38] wykazał, że spłykanie przez kilkanaście lat orki przedzimowej i siewnej na glebie średniej z 25–30 cm do 12–15 cm tylko nieznacznie wpływało na plonowanie jęczmienia jarego, bobiku i pszenicy ozimej.

Na temat plonowania roślin w wyniku stosowania siewu bezpośredniego wypowiedziało się wielu autorów, m.in. Dzienia i in. [17]; Jabłoński, Kaus [24]; Javurek, Vach [25]. Część uzyskanych wyników jest zbieżna, część wykazuje różnice, a niekiedy nawet sprzeczności. Pozytywne skutki omawianej techniki w kukurydzy i słoneczniku odnotowują Dzienia i Sosnowski [12, 13], a w pszenicy ozimej, rzepaku ozimym i jęczmieniu jarym – Radecki [44]. Z kolei Nowicki [36] informuje, że tego rodzaju uproszczenia na tle typowej uprawy mechanicznej spowodowały wyraźny spadek plonów pszenicy ozimej i bobiku. Znane są również prace, w których nie stwierdzono istotnych różnic w plonowaniu zbóż pod wpływem stosowanej uprawy [33].

Poza uprawą podstawową, w ostatnich latach obserwujemy również tendencję uproszczeń w zabiegach późniwnych. Uważa się, że zadania pługa podorywkowego z powodzeniem mogą spełnić agregaty złożone z gruberów i wałów strunowych lub sekcji bron zębowych sprzężonych z tymi wałami. Coraz częściej wykorzystuje się także talerzówki i zestawy wieloczynnościowe. Niektóre prace sugerują, że stosowanie gruberów może w stosunku do tradycyjnej uprawy późniwnej przyspieszyć nawet o 50% rozkład słomy i resztek korzeniowych. Kultywator bywa zresztą wykorzystywany również do zabiegów podstawowych, a także w przedsięwzięciu poprawianiu roli pod różne rośliny, bez wyraźniejszego spadku ich plonu, co wykazał Malicki i in. [29]. W badaniach Biskupskiego i Sienkiewicza [3] w uprawie późniwnej pod pszenicę ozimą podorywkę zastępowano talerzowaniem lub kultywatozem o sztywnych łapach, co w rezultacie nie powodowało obniżenia wydajności. Podobną sytuację odnotowano, gdy zamiast uprawy tradycyjnej została użyta pługofrezarka lub glebogryzarka; odpowiednie wyniki uzyskane na rędzinie przedstawia Bujak [5], a na glebach brunatnych i czarnych ziemiach – Nowicki i in. [40, 41].

## Energetyczna i ekonomiczna ocena systemów uprawy

Uprawa roli może stworzyć poważną szansę zwiększenia wydajności pracy i obniżenia kosztów produkcji; stosowne wyniki przedstawiają Biskupski i Sienkiewicz [3] oraz Gonet [20]. Cytowani autorzy zwracają uwagę na konieczność poszukiwania kompromisu między nakładami ponoszonymi na uprawę roli a uzyskanymi efektami. Jak wyliczyli Dzieńcia i in. [16], w zależności od gatunku rośliny, aż 40–70% energii zużywanej w całej produkcji polowej przypada właśnie na uprawę roli. Z kolei, spośród wszystkich czynności uprawowych najbardziej pracochłonnym zabiegiem jest orka. Według Dzieńcia i Sosnowskiego [14] oraz Gonet [20] pochłania ona 25–40% całkowitych nakładów robocizny i nawet do 50% paliwa zużytego w całym procesie agrotechnicznym. Gonet i Zaorski [21] eksperymentalnie ustalili, że podczas orki na glebach lekkich i bardzo lekkich zużycie paliwa może być w stosunku do gleb ciężkich mniejsze nawet o 50%, przy czym zwiększa się ono o  $0,21 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  na każdy 1% wzrostu zawartości części spławialnych.

Dzieńcia i Sosnowski [14] dowodzą, że jednorazowe odstępianie od zespołu późniwnego, np. pod jęczmień ozimy, stwarza możliwość zredukowania nakładów poniesionych na całokształt uprawy o 40%, przy spadku plonu nieprzekraczającym 10%. Według cytowanych autorów, wprowadzanie uproszczeń także do zabiegów przedsięwziętych (m. in. poprzez wykorzystanie maszyn aktywnych, a zwłaszcza siewu bezpośredniego) zapewnia dalsze obniżenie kosztów, które może osiągnąć aż 80%, przy nieznacznym spadku plonu (o 2–7%). Różnice pomiędzy porównywanymi sposobami uprawy roli szczególnie widoczne są w zużyciu paliwa i pracochłonności; przytaczamy je za Dzieńcią [9] w tabeli 4.

**Tabela 4.** Zużycie paliwa i pracochłonność porównywanych sposobów uprawy pod rośliny ozime [9]

Sposób uprawy	Zużycie paliwa [dm <sup>3</sup> · ha <sup>-1</sup> ]	Pracochłonność [h · ha <sup>-1</sup> ]
Tradycyjny	25,8	3,16
Bezplużny zestaw uprawowy – bierny	12,7	1,00
Bezplużny zestaw uprawowy – czynny	24,0	1,69
Siew bezpośredni	18,0	1,66

Kordas [26] uchwycił bliższą korelację między energochłonnością poszczególnych zabiegów a całym systemem uprawy. Udowodnił, że nakłady energetyczne sukcesywnie maleją w miarę wprowadzania uproszczeń, do siewu bezpośredniego włącznie. Podobne wyniki uzyskali Malicki i in. [30], realizując doświadczenia uprawowe na glebie lekkiej, średniej i ciężkiej, w zmianowaniu: bobik – pszenica ozima – jęczmień jary, w większości wypadków wykazali największą efektywność energetyczną wariantów z siewem bezpośrednim (tab. 5).

**Tabela 5.** Wskaźnik efektywności energetycznej uprawy roli na różnych glebach [30]

Rodzaj gleby	Sposób uprawy	Roślina		
		bobik	pszenica ozima	jęczmień jary
Lekka	tradycyjny	3,21	10,14	5,40
	bezorkowy	2,60	9,59	6,14
	siew bezpośredni	3,82	12,00	9,86
Średnia	tradycyjny	8,00	10,94	10,74
	bezorkowy	7,45	9,24	10,03
	siew bezpośredni	11,49	10,38	8,82
Ciężka	tradycyjny	7,08	18,47	7,87
	bezorkowy	6,21	22,32	8,13
	siew bezpośredni	12,31	25,62	12,40

Przeglądowa praca Pudełki i in. [43] wykazuje, że również w USA wprowadzanie uproszczeń, a zwłaszcza siewu bezpośredniego, przynosiło różne efekty ekonomiczne. Zwraca się w niej uwagę, iż o końcowym bilansie technik uproszczonych decydują przede wszystkim nakłady poniesione na kupno specjalistycznych siewników, nawozów i herbicydów, zaś przy uprawie konwencjonalnej, w myśl stwierdzeń wielu autorów, m.in. Dzieni, Sosnowskiego [14] oraz Goneta, Zaorskiego [21] – na energię i robociznę.



## Podsumowanie

Podsumowując dotychczasowe rozważania na temat uprawy roli, należy odwołać się do wyników badań naukowych i opinii wcześniejszych oraz współczesnych autorów polskich nauk rolniczych w osobach Malickiego [28], Niewiadomskiego [35], Sienkiewicza [49], Śmierchalskiego [51] i innych. Według nich z uprawy płuźnej nie należy pochopnie i całkowicie rezygnować, lecz uzupełniać i wspomagać ją racjonalizującymi rozwiązaniami technicznymi i organizacyjnymi; chodzi tu zarówno o uproszczenia, jak i zabiegi agromelioracyjne. Na glebach, które osiągnęły wysoką kulturę, można bez obawy okresowo spłycać orki lub zastępować je innymi zabiegami z wykorzystaniem np. bron rotacyjnych lub kultywatorów, a zwłaszcza – narzędzi zagregatowanych. Wprowadzając uproszczenia w uprawie, należy pamiętać, że największe ich możliwości występują przede wszystkim na glebach średnio związłych, w przeciwieństwie do skrajnie lekkich i bardzo ciężkich.

W warunkach Polski optymalnym rozwiązaniem, obecnie i w perspektywie, pozostaje przemienne stosowanie tradycyjnych i bardziej specjalistycznych – uproszczonych sposobów uprawy roli, w tym również – siewów bezpośrednich. Przekonują o tym dotychczasowe cytowane w niniejszej pracy wyniki badań oraz doświadczenia praktyki. Ważne, by w wyborze stosowanych rozwiązań kierować się specyfiką regionalnych i lokalnych warunków siedliskowych, znajomością wymagań uprawianych roślin oraz stanem wyposażenia technicznego; zawsze z poszanowaniem szeroko rozumianego środowiska.

## Literatura

- [1] Baranowski R., Pabin J., Sienkiewicz J. 1988. Badania gęstości i wilgotności gleby w wieloletnich doświadczeniach uprawowych. Cz. I. Gleba lekka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 356: 27–34.
- [2] Baranowski R., Pabin J., Sienkiewicz J. 1988. Badania gęstości i wilgotności gleby w wieloletnich doświadczeniach uprawowych. Cz. II. Gleba ciężka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 356: 35–42.
- [3] Biskupski A., Sienkiewicz J. 1994. Efektywność różnych sposobów późniejszej i przed-siewnej uprawy roli pod pszenicę ozimą i rzepak ozimy. *Fragm. Agron.* 1: 72–81.
- [4] Broder M.W., Doran J.W., Peterson S.A., Fenster C.R. 1984. Fallow tillage influence on spring populations of nitrifiers, denitrifiers and available nitrogen. *Soil Sci. Am. J.* 48: 1060–1067.
- [5] Bujak K. 1988. Wpływ uprawy roli narzędziami aktywnymi na niektóre fizyczne właściwości rędziny i plony. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 356: 117–124.
- [6] Cannell R.Q., 1985. Reduced tillage in north-west Europe-a review. *Soil Till. Res.:* 129–177.

- [7] Doran J.W. 1975. Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. *Soil. Sc. Soc. Am. J.* 26: 53–61.
- [8] Durkowski T., Cieśliński Z. 1988. Wpływ zabiegów agromelioracyjnych na właściwości fizyczne i plonowanie roślin uprawnych na czarnych ziemiach pyrzyckich wytworzonych z glin ciężkich i lekkich. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 536: 125–132.
- [9] Dzieńcia S. 1998. Współczesne systemy uprawy roli a plonowanie roślin. AR Szczecin, Nauka – Gospodarce: 3–14.
- [10] Dzieńcia S., Karnaś E., Sosnowski A., Romek B. 1988. Wpływ uprawy roli na plonowanie i zachwaszczenie roślin w zmianowaniu zbożowym. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 331: 257–265.
- [11] Dzieńcia S., Sosnowski A. 1988. Wpływ ugniatania gleby przez ciągniki rolnicze na właściwości fizyczne i plonowanie jęczmienia jarego i pszenicy jarej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 356: 133–140.
- [12] Dzieńcia S., Sosnowski A. 1988. Wpływ siewu bezpośredniego na fizyczne właściwości gleby lekkiej i plonowanie słonecznika pastewnego. *Fragm. Agron.* 2: 43–57.
- [13] Dzieńcia S., Sosnowski A. 1989. Wpływ różnych systemów uprawy roli i nawożenia mineralnego na właściwości fizyczne gleby i plonowanie. Cz. I. Kukurydza pastewna. *Rocz. Nauk Rol.* seria A 108(1): 115–124.
- [14] Dzieńcia S., Sosnowski A. 1990. Uproszczenia w podstawowej uprawie roli a wysokość nakładów energii. *Fragm. Agron.* 3: 71–79.
- [15] Dzieńcia S., Boligłowa E. 1993. Rola mulczowania w podnoszeniu żyzności urodzajności gleby. *Post. Nauk Rol.* 1: 107–111.
- [16] Dzieńcia S., Piskier T., Wereszczaka J. 1994. Wpływ uproszczonych sposobów uprawy gleby na nakłady energetyczne i plonowanie pszenżyta ozimego. *Fol. Univ. Agric. Stetin.*, 162. *Agricultura* 58: 45–48.
- [17] Dzieńcia S., Malicki L., Nowicki J., Wesołowski M. 1995. Sposób uprawy roli, a plonowanie niektórych roślin na różnych glebach. Materiały kon. nt. „Siew bezpośredni w teorii i praktyce”, Szczecin: 99–107.
- [18] Dzieńcia S., Dojss D. 1999. Wpływ sposobów uprawy roli na zachwaszczenie i plonowanie pszenicy ozimej. *Fol. Univ. Agric. Stetin.* 195. *Agricultura* 74: 185–190.
- [19] Gawrońska-Kulesza A. 1997. Systemy i metody uprawy roli. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 439: 185–192.
- [20] Gonet Z. 1991. Metoda i niektóre wyniki badań energochłonności systemów uprawy roli. *Fragm. Agron.* 2: 7–18.
- [21] Gonet Z., Zaorski T. 1988. Energochłonność orki w różnych warunkach glebowych. *Pam. Puł.* 91: 137–151.
- [22] Hoppner F., Zach M., Sanmer C. 1994. Conservatino tillage – a contribution to soil protection – effects on plant yields. Mat. Konf. nt. „Siew bezpośredni w teorii i praktyce”, Szczecin: 151–157.
- [23] Jabłoński B., Szumilak G. 1980. Wpływ ograniczenia liczby orok w płodozmianie na właściwości gleby i plony. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 227: 173–181.
- [24] Jabłoński W., Kaus A. 1997. Wpływ różnych systemów uprawy roli i nawożenia na plonowanie roślin. *Bibl. Fragn. Agron.* T-3: 91–96.
- [25] Javůrek M., Vach M. 1999. Wpływ systemów uprawy roli na plonowanie roślin członie zmianowania pszenica ozima – soja. *Fol. Univ. Agric. Stetin.* 195. *Agricultura* 74: 53–58.

- [26] Kordas L. 1999. Energochłonność i efektywność różnych systemów uprawy roli w zmianowaniu. *Fol. Univ. Agric. Stetin. 195. Agricultura* 74: 47–52.
- [27] Kuś J. 1998. Optymalizacja uprawy roli. IUNG Puławy. *Mat. Szkol.* 67:3–43.
- [28] Malicki L. 1981. Niektóre zagadnienia teoretycznych podstaw uprawy roli w świetle najnowszych badań krajowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 227: 15–27.
- [29] Malicki L., Ochał M., Podstawka-Chmielewska E. 1994. Energochłonność i efektywność różnych sposobów późniejszej i przedwiosennej uprawy roli pod burak cukrowy na glebie ciężkiej. *Fragm. Agron.* 3: 78–81.
- [30] Malicki L., Ochał M., Podstawka-Chmielewska E. 1995. Wstępna ocena efektywności energetycznej wybranych sposobów uprawy roli na różnych glebach. *Konf. nt. „Siew bezpośredni w teorii i praktyce”*. Szczecin: 63–69.
- [31] Malicki L., Nowicki J., Szwejkowski Z. 1997. Soil and crop responses to soil tillage systems: a Polish perspective. *Soil Till. Res.* 43: 65–80.
- [32] Malicki L., Podstawka-Chmielewska E. 1996. Sposób uprawy roli i deszczowanie a stonki wodne rędziny pod burakami cukrowymi. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 438: 301–306.
- [33] Marks M. 1998. Studium nad racjonalizacją uprawy gleb ciężkich. *Acta Academiae Agriculturae ac Technicae Olstenensis (572)*. Rozprawy i Monografie, 5: 1–72.
- [34] Niewiadomski W. 1979. Ekologiczne skutki intensyfikacji rolnictwa. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 228: 9–28.
- [35] Niewiadomski W. 1985. Rozważania o plonotwórczej funkcji gleby. *Rocz. Gleb.* 36(1): 27–35.
- [36] Nowicki J. 1979. Porównanie siewu bezpośredniego z tradycyjną uprawą płużną. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Rol.* 28: 223–233.
- [37] Nowicki J. 1982. Rolnicza ocena glebogryzarki, pługofrezarki i brony wahadłowej w świetle 11-letnich badań. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Rol.* 33: 1–63.
- [38] Nowicki J. 1988. Zróżnicowanie uprawy podstawowej na glebie średniej i ciężkiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 356: 195–203.
- [39] Nowicki J., Niewiadomski W., Buczyński G. 1981. Możliwości uproszczenia przedwiosennej uprawy roli za pomocą maszyn aktywnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 227: 156–164.
- [40] Nowicki J., Niewiadomski W., Buczyński G., Wanic M. 1988. Porównanie czterech sposobów uprawy gleby ciężkiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 356: 185–193.
- [41] Nowicki J., Marks M. 1994. Stan aktualny i perspektywy produkcji zbóż w Polsce. *Fragm. Agron.* 2: 8–18.
- [42] Pawłowski F., Pomykalska A. 1980. Wpływ głębokości orki na liczebność i rozmieszczenie nasion chwastów w glebie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 227: 123–127.
- [43] Pudełko J., Wright D.L., Wiatrak P. 1994. Stosowanie ograniczeń w uprawie roli w Stanach Zjednoczonych AP. *Post. Nauk Rol.* 1: 153–162.
- [44] Radecki A. 1986. Studia nad możliwością zastosowania siewu bezpośredniego na czarnych ziemiach właściwych. *Zesz. Nauk. SGGW. Rozpr. Nauk.* 56: 1–86.
- [45] Radecki A., Opic J. 1995. Wpływ zróżnicowanej uprawy na zachwaszczenie i zmiany zapasu nasion chwastów w glebie. *Mat. Konf. nt. „Siew bezpośredni w teorii i praktyce”*. Szczecin: 119–133.



- [46] Radecki A., Opic J. 1995. Wpływ uprawy zerowej wykonanej na czarnej ziemi na zachwaszczenie łąnu i plonowanie roślin. *Rocz. Nauk Rol. S.A* 111(3–4): 47–57.
- [47] Runowska-Hryńczuk B. 1992. Przydatność wskaźników aktywności biologicznej gleby do oceny stanu jej żyzności. *Pam. Puł.* 100: 187–200.
- [48] Russel R.S., Cannal R.Q., Goss M.J. 1975. Effect of direct drilling on soil condition and root growth. *Outlook on Agricult.* 8: 227–232.
- [49] Sienkiewicz J. 1981. Efektywność zabiegów agromelioracyjnych na różnych glebach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 227: 241–254.
- [50] Śmierzchalski L. 1970. Badania nad zasadami łączenia orok głębokich z płytkimi orkami w zmianowaniu. Cz. I. Wpływ różnej głębokości orok na wysokość plonów roślin. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 99: 41–60.
- [51] Śmierzchalski L. 1981. Aktualne kierunki zmian w uprawie roli. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 227: 131–147.
- [52] Zimny L. 1999. Uprawa konserwująca. *Post. Nauk Rol.* 5: 41–52.

## Role of soil tillage in environment management

---

**Key words:** traditional cultivation, no-tillage cultivation, direct sowing, weed infestation, yielding, energy consumption and efficiency of cultivation systems

### Summary

This study presents the issues related to differentiated methods of soil cultivation on the basis of the latest literature review. Three cultivation systems functioning in agricultural practice (traditional cultivation, no-tillage system and direct sowing) were considered as well as their effects upon basic physical, chemical and biological features of the soil, weed infestation and yielding of crops were analysed with the energy-economic factor taken also into account.

On the basis of collected data, it was shown that the simplifications in soil cultivation, and direct sowing in particular, influence the basic physical, chemical and biological characteristics of the soil (increase of soil compactness and moisture content, lowering pH, decrease of total bacteria amount at increased development of fungi) in different way than the classical tillage. Presented data showed that the classical tillage, as compared to no-tillage and direct sowing, is more effective in limiting weed infestation (in case of zero-tillage the actual and potential weed infestations increase). As concerns the yielding, it was established that certain crops (e.g. cereals, some legumes, rape, etc.) on good soils practically do not decrease their yields, no matter what simplifications were applied (no-tillage or direct sowing), however their yields decrease under poorer soil conditions. On the other hand, if comparing the energy-economic indices, the classical tillage cultivation (ploughing) was the most energy and cost consuming cultivation method.